

遺伝資源のゲノムデータ基盤の構築による民間育種の加速化

官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）

「バイオ技術領域」

令和3年度成果

令和4年3月

農林水産省

資料1 「遺伝資源ゲノムデータ基盤の構築による民間育種の加速化」の概要

アドオン額:40,000千円(農水省)
元施策・有/PRISM事業・継続無し

課題と目標

- (課題) 地球規模課題である環境変動下で食料の安定確保を図るためには、**農作物新品種の一層の開発加速化が急務**。開発期間の飛躍的な短縮には、育種材料である遺伝資源収集〈多様性拡大〉に加え、**ゲノムデータ基盤の整備〈育種技術進化〉が不可欠**。
- (目標) 気象変化による価格変動が大きく、かつ、**我が国種苗企業が優位性を持つ野菜類の品種開発力を強化するため**、農業生産額および民間ニーズが高くかつ有望な海外野菜遺伝資源がすぐに活用できるキュウリ、メロン、ナスを対象に、耐病性評価および全ゲノム解読により**遺伝資源ゲノムデータ基盤を構築する**。

「遺伝資源ゲノムデータ基盤の構築による民間育種の加速化」の概要

■元施策：「植物遺伝資源の収集・保存・提供の促進」では、生物多様性条約発効後の民間種苗会社による遺伝資源探索活動が困難な状況下で、わが国とアジア途上国との二国間共同研究により、野菜遺伝資源の収集を実施。(R3年度：87,000千円)

■PRISMで実施する理由：**世界の種子ビジネスはゲノム育種の時代**に入り熾烈を極めている。我が国種苗産業の強みである品目(野菜)と重要形質(耐病性)に特化し、ゲノムデータ基盤を構築し民間活力を最大限に発揮させることで、**遺伝資源を用いた新品種育成の加速化を実現するため、PRISMで実施する**。同手法は野菜や耐病性以外にも適用が可能であり、生産気候変動下での農業生産安定化、農薬使用量低減、食品機能性の向上などに、さらには、**優良な国産種苗輸出に貢献する**。

■テーマの全体像：わが国民間種苗産業にとって開発ニーズの高い野菜品目(キュウリ、ナス、メロン)及び形質(耐病性)に焦点を絞り、遺伝資源の収集、耐病性評価、ゲノムデータ基盤構築により、民間によるゲノム育種を加速化する。



PRISMにより、有望品種候補作出まで従来は10年以上の長期間かかるところ、3年に短縮する。

出口戦略

わが国民間種苗会社が強みを持つ野菜の、特に民間ニーズの高い耐病性形質を軸に、2国間共同研究による**遺伝資源の収集(元施策)**で**成果が期待でき、農産物生産額ランク上位に入るキュウリ、ナス、メロン**を対象品目として、PRISM施策で耐病性解析および全ゲノム解読による遺伝資源ゲノムデータ基盤を構築することにより、**民間の品種開発投資を誘発しゲノム育種の加速化、高品質(価値)野菜品種の早期育成、ひいては野菜の国内安定生産と世界シェア拡大を目指す**。

民間研究開発投資誘発効果等

- 民間投資誘発効果として、品種開発への投資(年間約20億円)が期待される。
- 民間からの貢献額：人員と資材等に研究開発資金(7,150万円を予定)を拠出。
(内訳) 年間の人件費および圃場管理費約1,500千円/社×参画企業41社、2,500千円/社×4社

資料2 「遺伝資源ゲノムデータ基盤の構築による民間育種の加速化」の概要

アドオン（農水省）：40,000千円
元施策名：農林水産省委託プロジェクト
「植物遺伝資源の収集・保存・提供の促進」
R3年度：87,000千円

（元施策）農業の地球温暖化対応に向けた耐病性品種開発には遺伝資源の導入が必要。しかしながら、生物多様性条約（CBD）発効後、日本の種苗会社単独での導入が困難な情勢。このため二国間共同研究の実施により、世界で未利用の新たな耐病性（遺伝子）素材となる野菜遺伝資源5,000点以上を導入し（過去6年実績）、コアコレクション※を作成した。（※少ない系統数で遺伝的多様性を確保するように選んだ遺伝資源セット）



野菜遺伝資源の収集



耐病性強(有望) 弱

（課題）従来の遺伝資源利用育種では1品種開発に10年以上必要。民間の育種スピードを高めるためには、民間が容易にゲノム育種に着手できるような育種材料および情報を提供する必要があります。

PRISM

「遺伝資源ゲノムデータ基盤の構築による民間育種の加速化」

・遺伝資源（キュウリ、ナス、メロンのコアコレクション含む各100系統）の耐病性評価およびその全ゲノム配列を解読することで、耐病性の原因遺伝子を推定可能なゲノムデータ基盤を構築し、民間に提供する。

・種苗会社が自ら、または農研機構との共同でゲノム育種を実施できる条件が整うことから、民間の品種開発投資を誘発しゲノム育種の加速化、高品質（価値）野菜品種の早期育成が図られる。

民間ゲノム育種の加速化により有望品種候補育成までの年限を短縮（10年→3年）

元施策

【開発のイメージ】

遺伝資源
 強度耐病性育種材料の収集



① 海外から導入した遺伝資源

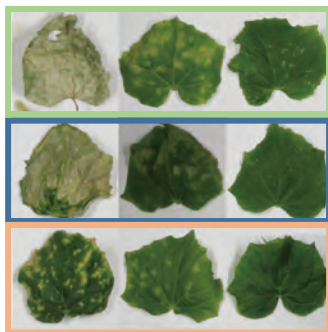
PRISM



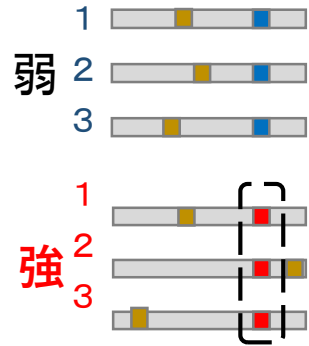
ゲノムデータ基盤

耐病性とゲノム情報の解明

弱
↑↓
強



ゲノム構造の解明



② 遺伝資源の耐病性情報

③ 耐病性ゲノム領域の推定

④ 耐病性特性情報とゲノム情報から、耐病性に関わるゲノム領域 ■ の推定が可能になる。

⑤ 民間に、遺伝子のマッピングツールの提供と支援を行うことで、早期新品種開発が可能に。

⑥ 世界初耐病性種子開発



⑦ 生産安定、農薬ゼロ、種苗輸出に貢献

資料3 「遺伝資源ゲノムデータ基盤の構築による民間育種の加速化」の目標達成状況

○施策全体の目標 わが国種苗企業が優位性を持つ野菜類の品種開発力を強化するため、元施策では民間活動が困難なアジア途上国との二国間共同研究により野菜遺伝資源の収集を実施。本施策ではニーズの高い野菜品目（キュウリ、ナス、メロン）および形質（耐病性）に焦点を絞り、各100系統の耐病性評価および全ゲノム配列解読により、原因遺伝子を推定可能なゲノムデータ基盤を構築し、民間に提供する。

事業名等	当年度目標	目標の達成状況
<p>①野菜遺伝資源の全ゲノム解読</p>	<p>・野菜（メロン・ナス）のゲノムデータ基盤の確立 メロンおよびナスのコアコレクション（各100系統）について全ゲノム配列を解読する。 遺伝資源ゲノムデータ基盤構築については、キュウリのデータをもとに、配列比較から系統ごとに特有のゲノム配列を同定し、耐病性形質とゲノム構造変異の相関解析を可能にする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> メロン100系統のゲノム解読を完了。 ナス100系統のゲノム解読を完了。 キュウリとナスは世界最高水準の標準ゲノム配列（イネの日本晴ゲノムに相当）を構築 ゲノム解読を完了したキュウリ100系統について、耐病性に寄与する変異情報を蓄積するため、キュウリコアコレクション全ゲノム情報および耐病性評価に基づいて耐病性に関するゲノム領域の解析を実施、相関のある構造変異を一部同定した。
<p>②ゲノム解読遺伝資源への耐病性評価情報の付与</p>	<p>・メロンおよびナスの病害抵抗性を評価 メロン50系統のうどんこ病・つる割病の抵抗性評価 ナス100系統の青枯病・半枯病の抵抗性評価（元施策等）</p>	<ul style="list-style-type: none"> メロン51系統（昨年度の検定で不発芽であった1系統を追加）について、ゲノム解読個体の種子増殖を完了。増殖した種子を用いて、うどんこ病レース0およびつる割病レース1.2yに対する抵抗性評価を完了。 ナス青枯れ病・半枯れ病について抵抗性評価を完了。

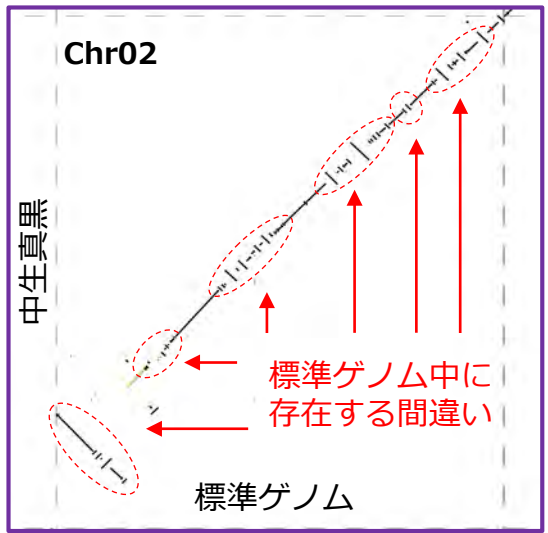
①野菜遺伝資源の全ゲノム解読

ナス100点解読完了 **メロン100点解読完了**

ナス1品種（中生真黒）のゲノムを丁寧に解読

	配列数	全長
中生真黒	40	1.1 Gbp
既存の標準ゲノム	85	1.0 Gbp

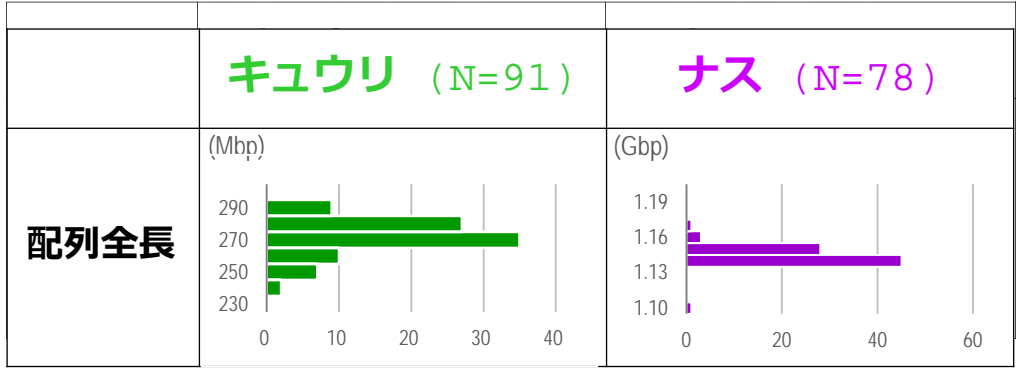
中生真黒：果実、ヘタ、茎の色など日本のナスとして典型的な性質を持つ品種



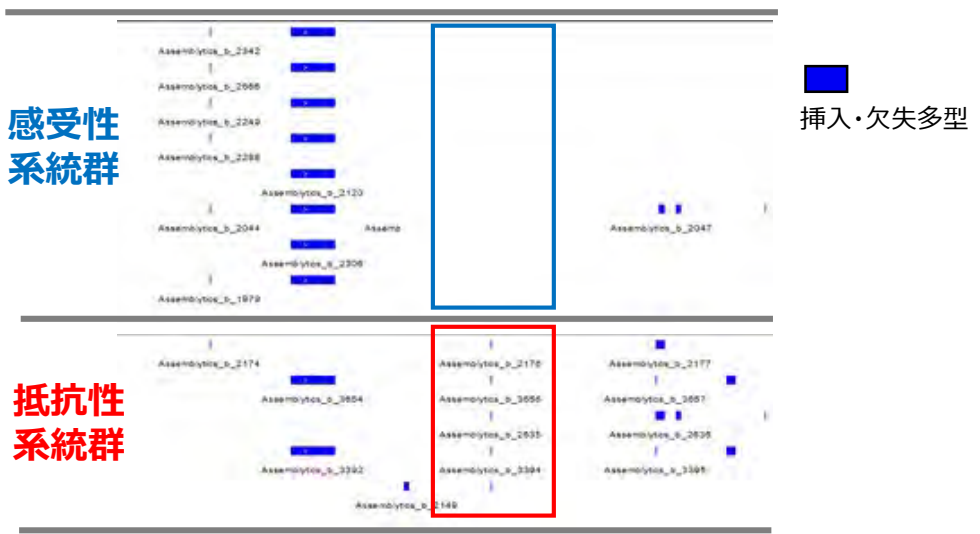
解読領域の拡大のみならず、標準ゲノム配列に存在する多数の誤りを発見。

特に第2染色体（上図）は、複数箇所配列の裏表が逆転しており、既存技術（ショートリード）の限界が如実に示唆される。

キュウリおよびナスのゲノム解読状況

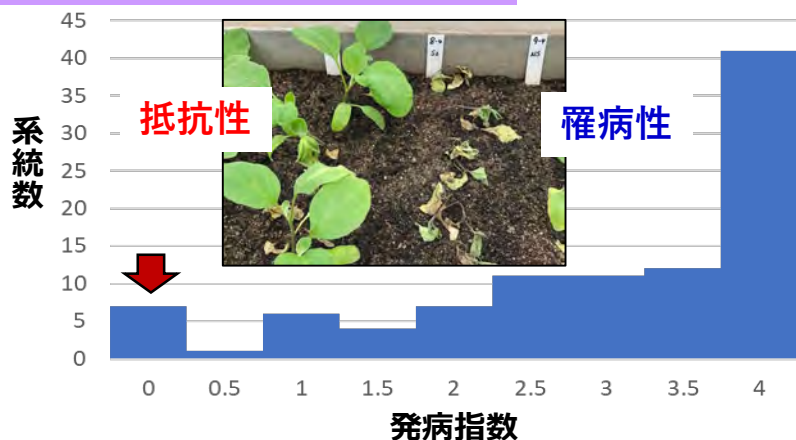


キュウリうどんこ病抵抗性と相関のある構造多型を検出



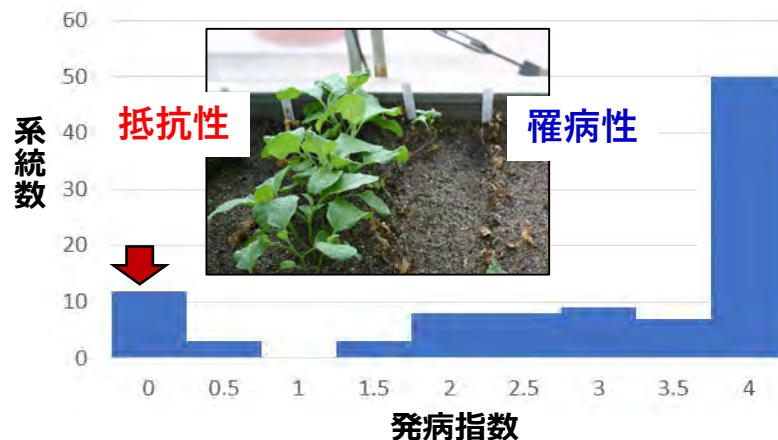
②ゲノム解読遺伝資源への耐病性評価情報の付与

②-1 ナス「青枯病」抵抗性評価



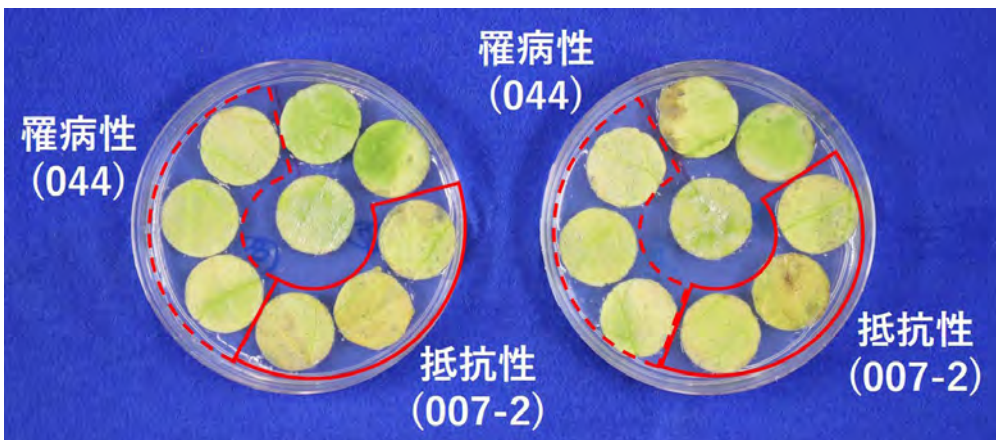
・青枯病抵抗性素材→7系統獲得

②-2 ナス「半枯病」抵抗性評価



・半枯病抵抗性素材→12系統獲得

②-3 メロン「うどんこ病レース0」抵抗性評価



・うどんこ病レース0抵抗性素材→9系統獲得

②-4 メロン「つる割病レース1.2y」抵抗性評価



・つる割病レース1.2y抵抗性素材→6系統獲得

資料5 「遺伝資源ゲノムデータ基盤の構築による民間育種の加速化」の民間からの貢献及び出口の実績

○民間からの貢献額：1年で7千150万円相当

①（内訳）海外から導入した野菜遺伝資源の種子増殖および特性評価を実施し、その際、人件費および圃場管理費として平均約1,500千円/社×参画企業41社、加えてR3年度には1粒種子系の増殖について、2,500千円/社×4社が貢献した。

元施策PGRAsiaプロジェクトで海外より収集導入した野菜遺伝資源（在来種）の品種ごとの導入個体数（種子数）は数個体ずつ（100粒程度）に限られる。生育の特性評価や品種改良に用いるにはさらに多数の種子が必要となる。海外で古くから栽培されてきた在来種の種子増殖効率は、我が国の優良品種に比較して低い。このため、本施策に参画する民間企業41社が、種子増殖と特性評価を協力して実施している。

なお、（一社）日本種苗協会と農研機構は、海外植物遺伝資源の採種と農業特性の評価、そして新規遺伝資源の探索収集を共同で進める共同研究を2021年4月から5年間実施する契約を締結（プレスリリース2021年10月11日）、体制を盤石としている。

当年度当初見込み	当年度実績
① 民間企業は、元施策で収集した海外産野菜遺伝資源400点（PRISMで対象とする系統も含む）程度について種子増殖を行う。	① 現在まで、民間企業の貢献により海外産野菜遺伝資源422点について種子増殖を実施し、 目標の種子増殖は完了 。
② 民間企業は、上記遺伝資源300点程度について耐病性等の特性評価を行う。	② 現在まで、民間企業の貢献により海外産遺伝資源402点について耐病性等の特性評価を実施し、 目標の点数についての評価が完了 。

○出口戦略

わが国民間種苗会社が強みを持つ野菜の、特に民間ニーズの高い耐病性形質を軸として、2国間共同研究による有望野菜遺伝資源の収集（元施策）に加え、耐病性評価および全ゲノム解読による遺伝資源ゲノムデータ基盤を構築する（PRISM施策）ことにより、民間の品種開発投資を誘発しゲノム育種の加速化、高品質（価値）野菜品種の早期育成、ひいては野菜の国内安定生産と世界シェア拡大を目指す。

当年度当初見込み	当年度実績
<ul style="list-style-type: none"> 民間参画企業は元施策によって導入した新規遺伝資源400点程度について種子増殖と特性評価を実施し、民間育種にとって有望な新規系統を同定する。 ゲノム解読に使用したキュウリコアコレクション他100個体から採種した種子を参画民間種苗会社に提供し、種苗会社が育種に必要な特性解析と併行して種子増殖を進める。 	<ul style="list-style-type: none"> 民間参画企業は新規遺伝資源について種子増殖と特性評価が実施でき、農研機構等による耐病性特性情報やゲノム情報の付与と併せることにより、民間におけるゲノム育種の加速化に向けた育種材料の絞り込みと情報整備が進展する予定。 さらに将来的に農研機構が遺伝子のマッピングツールの提供と支援を行う基盤を民間種苗会社に提示することで、民間におけるゲノム育種の加速化とさらなる民間からの投資誘発が期待できる。